

# SBORNÍK NÁRODNÍHO MUZEA V PRAZE

ACTA MUSEI NATIONALIS PRAGAE

XLII B (1986), No. 3—4

REDAKTOR: JIŘÍ ČEJKA

---

MARCELA BUKOVANSKÁ

Národní muzeum v Praze, Praha, ČSSR

## REVISION OF THE LISSA (LYSÁ NAD LABEM) L6 CHONDRITE, CZECHOSLOVAKIA

The fourth meteor shower in Czechoslovakia (after Ploschkowitz in 1723, Tábor in 1753, and Stannern in 1808) was registered in Lissa (Czech name: Lysá nad Labem) near Prague,  $50^{\circ} 12'N$ ,  $14^{\circ} 54'E$ .

On September 3, 1808 at 3:30 p.m., four or five stones fell after a heavy detonation between the villages Stratov and Ostrá, cca 30 km EEN of Prague. The total weight of the four stones was approx. 11 kg, the largest piece, weighing 2970 g, is in the Collection of the Naturhistorisches Museum in Vienna. Four pieces (total weight 1239 g) are in the Collection of Meteorites in the National Museum in Prague, others are in Tübingen, Graz, London etc.

The Lissa meteorite was first described by v. SCHREIBERS (1808). Analyses of Lissa by Klaproth (REUSS and Klaproth, 1809, 1810) revealed that the meteorite contains 43 %  $\text{SiO}_2$ , 1.25 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 22 %  $\text{MgO}$ , 0.50 %  $\text{CaO}$ , 29 %  $\text{FeO}$ , 0.5 %  $\text{Ni}$ , 0.25 %  $\text{MnO}$  and 3.5 % other compounds. The specific gravity as measured by REUSS is 3.56. Later, the Lissa meteorite was referenced in the meteoritic literature of the 19th century, e.g. in the publications of CHLADNI (1812, 1819) and v. SCHREIBERS (1820). Lissa is quoted by MILLAUER (1825) and appears in the catalogues of meteorites by BUCHNER (1863), POHL (1876), BREZINA (1885, 1886), WÜLFING (1897) and other authors.

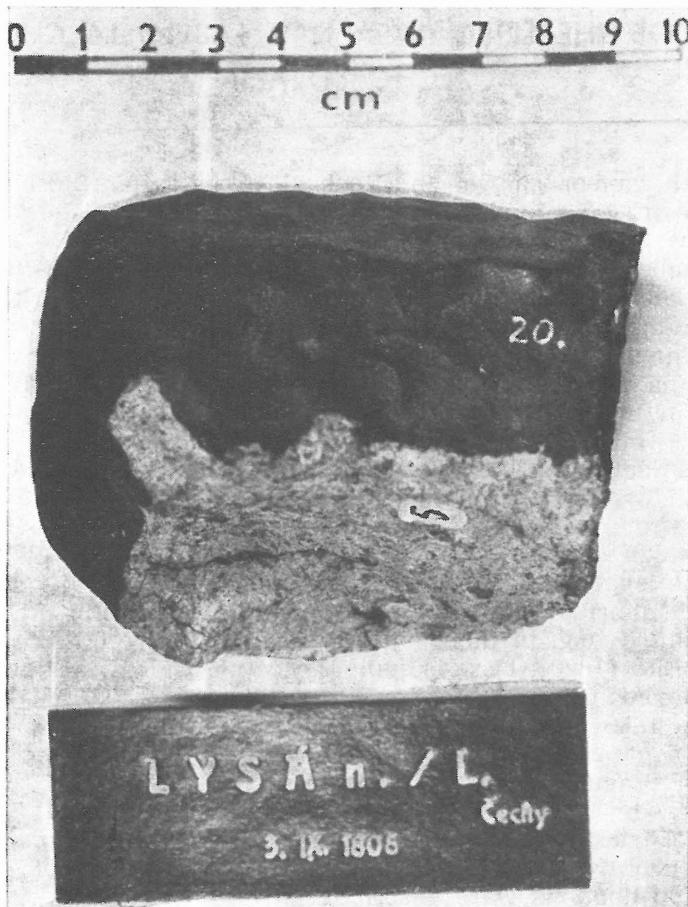
In VRBA's catalogue of meteorites of the Museum of the Bohemian Kingdom in Prague (1904), two pieces of 596 and 578 g, respectively were described. TUČEK (1968) has registered 4 pieces of Lissa using the original name Lysá (today Lysá nad Labem). In the catalogue by GRAHAM, BEVAN and HUTCHISON (1985) the largest pieces in the world's collections were described.

The Lissa meteorite was first classified by BREZINA (1885) as a CWa — veined white chondrite, later (1896) as a strongly variable, brecciated CWa—CWb chondrite. TSCHERMAK (1883) reported plagioclases in it.

The chemical composition of Lissa was published by KOKTA (1937). (Table 1). WAHL and WIIK (1951), considering the erroneous Mn-content found by KOKTA for the Kňahyňa meteorite, doubted the Mn-value in other KOKTA analyses. A compilation of the data obtained for this meteorite was published in TUČEK (1981).

$\text{SiO}_2$  aggregates, relatively large inclusions were described by BRAND-STÄTTER and KURAT (1985).  $\text{SiO}_2$  inclusion, found in Tübingen's piece, are surrounded by a rim, consisting of orthopyroxene and Ca-rich clinopyroxene.

Three larger pieces, No. 5 — 595 g, No. 6 — 570 g, and No. 338 — 363 g, present in the collection of meteorites of the National Museum in Prague, are parts of different individuals. One polished thin section



and one polished section were prepared from No. 338. Piece No. 5 is primarily elongated in one direction, two sides having flat regmaglyptes. A very thin (less than 0.3 mm) fusion crust of black colour with bright spots is observed in places where grey chondrules situated in the crust (Fig. 1).

The interior of the meteorite is grey with brown spots from weathered metals and sulphides. A fine net of irregular veins branches the meteorite, the main, up to 1 mm thick veins are accompanied by very thin ones.

The irregular chondrules of white-grey, grey or brownish-grey colour have sizes ranging from 0.8 to 3.0 mm, exceptionally to ca. 4 mm (the clast?). Chondrules are not easily separated from the matrix.

In the thin section, only part of the chondrules is well recognized, the larger part of them is deeply recrystallized and their primary shape is expressed by metals of the plagioclase rims. The largest chondrules have a diameter of 2 mm, most of them between 1 and 1.5 mm. Among the chondrules, porphyric and barred olivines are not well developed, coarse- and fine-grained, fan-shaped pyroxene, and olivine chromite are frequently observed. Larger single grains of pyroxene or olivine in shape and size are often similar to the chondrules.

The texture of chondrite was extremely modified by shocks. Large crystals of pyroxenes (and to a lesser extent olivines) are deeply crushed, also the primary structure of the chondrules changed due to crushing. The cracks inside the chondrules continue from the porphyric

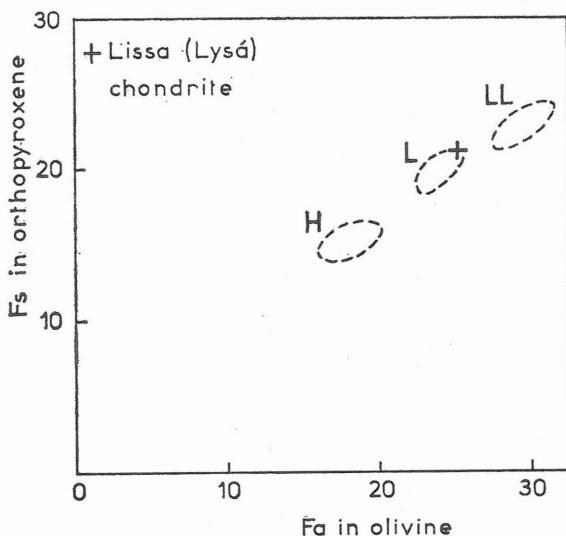


Figure 2:  $\text{Fe} / (\text{Fe} + \text{Mg})$  in orthopyroxenes versus  $\text{Fe} / (\text{Fe} + \text{Mg})$  in olivines. The values fall within the L field.

◀ Figure 1: Piece No 5 in the collection of meteorites of the National Museum in Prague.

crystals (in a porphyric chondrule) to the matrix, forming a compact net of very thin cracks. The veins seen in the hand specimen consists of iron oxides filling formed by weathering of metals and sulphides.

Petrographic studies revealed that Lissa is a well crystalized, almost glass-free chondrite of the L6 petrologic group (Fig. 2).

### MINERAL CHEMISTRY

Studies of the chemical composition of the major and accessory minerals performed at the Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg, FRG, and at BRGM (Bureau des Recherches Géologiques et Minières) in Orléans, France, using the automated ARL-SEMQ and the CAMECA — electron microprobe techniques, respectively. A total of 48 orthopyroxenes, 6 clinopyroxenes, 60 olivines, 5 feldspars, 49 chromites, 3 ilmenites, 27 troilites, 5 pentlandites, 1 mackinawite, 1 copper, 7 kamacites and 8 taenites was analyzed.

The electron microprobe analyses revealed a very narrow compositional variation in olivine, pyroxene, plagioclase, chromite, and in troilite and metals (Table 1—5).

Tab. 1. Chemical composition by J. Kokta (1937)

Silicates	82.16 %
Iron	10.12 %
Troilite	7.72 %

Silicates		Metals and sulphides			
SiO <sub>2</sub>	39.01	32.05	Fe	79.06	FeS
TiO <sub>2</sub>	0.01	0.01	Ni	4.83	Fe
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.20	0.98	Co	0.31	Ni
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.03	0.02	P	0.02	Co
FeO	14.23	11.69	S	15.78	
MnO	0.86	0.71			
CaO	2.94	2.42		100 %	17.84%
MnO	39.79	32.69			
Na <sub>2</sub> O	1.46	1.20			
K <sub>2</sub> O	0.27	0.22			
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.08	0.07			
	99.88 %	82.16 %			

Olivine is mainly present as idiomorphic grains in the porphyric chondrules. Single olivines form subhedral grains, usually deeply crushed by shocks.

The average composition, expressed as the fayalite content, is 25.15, slightly higher than the upper limit of 25 for L chondrites: the range is 23.5—26.5 (Table 2, Fig. 3). There exists only a very small difference

**Tab. 2. Mean composition of the main silicates**

	Orthopyroxene Ø 48 grains	Clinopyroxene Ø 6 grains	Olivine Ø 60 grains	Feldspars Ø 5 grains
SiO <sub>2</sub>	54.97	54.14	37.68	66.48
TiO <sub>2</sub>	0.19	0.31	0.04	0.03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.15	0.55	0.04	21.56
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.12	0.41	0.09	0.10
FeO	14.17	5.00	23.06	0.45
MgO	29.00	16.32	38.47	0.02
MnO	0.45	0.20	0.53	0.03
CaO	0.68	21.98	0.03	2.15
Na <sub>2</sub> O	—	0.59	—	8.59
K <sub>2</sub> O	—	0.01	—	1.17
Ni	—	0.05	—	—
Totals	99.73	99.56	99.94	100.58
Cations / 6 oxygens		6 oxygens	4 oxygens	32 oxygens
Si	1.973	1.993	0.984	11.620
Al <sup>IV</sup>	0.006	0.007	—	4.380
Al <sup>VI</sup>	—	0.017	—	0.062
Ti	0.005	0.009	—	0.004
Cr	0.003	0.017	0.001	—
Fe <sup>2+</sup>	0.424	0.154	0.503	0.066
Mg	1.550	0.895	1.498	0.004
Mn	0.013	0.006	0.011	0.006
Ca	0.025	0.867	—	0.402
Na	—	0.042	—	2.908
K	—	—	—	0.264
Molecular %		Fs 8.18	Fa 25.15	Or 7.38
Fs 21.49		En 46.66		Ab 81.25
		Wo 45.16		An 11.37

between the chemistry of chondrule — and the matrix olivines — the first being slightly higher in Fa (Fig. 4). This small difference was observed also in the H5 chondrite Žebrák—Praskolesy (BUKOVANSKÁ, in press).

**Pyroxene.** Both pyroxenes, ortho- and clinopyroxenes, are present, though the latter being rare.

Orthopyroxene — hypersthene is more often observed in form of single crystals and matrix grains rather than in chondrules. Fan-shaped pyroxenes in chondrules are not frequent. Orthopyroxene laths therein are separated by relatively well developed feldspars. Single orthopyroxenes are always highly crushed. Instead of the usual pyroxene cleavage, the new system of cracks is frequently observed.

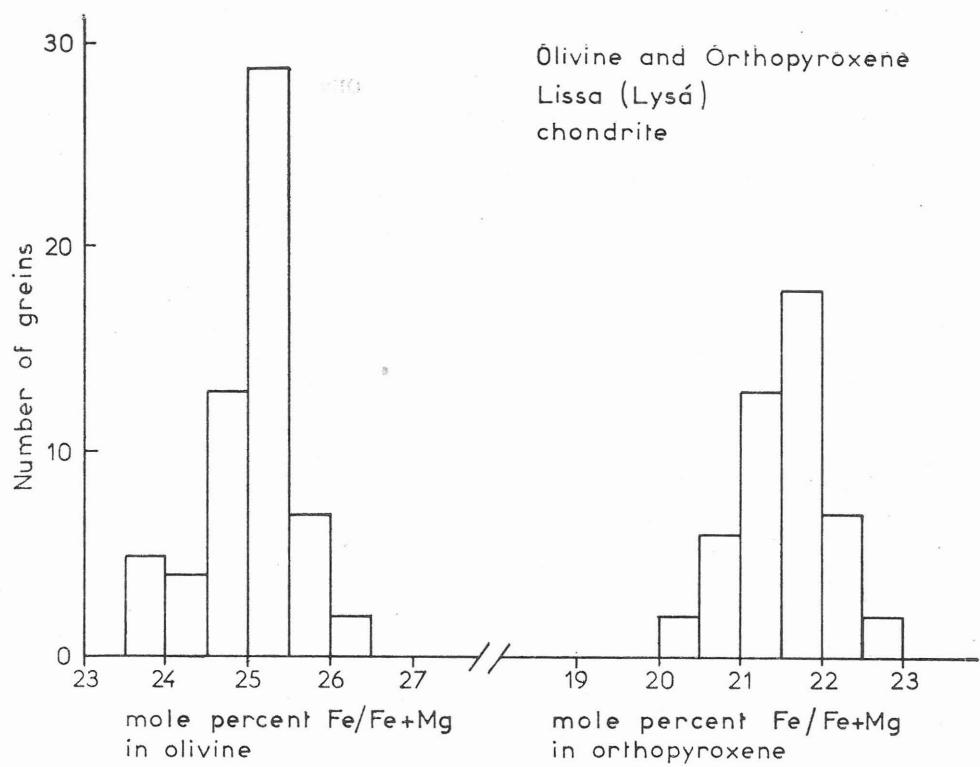


Figure 3: Histogram showing the orthopyroxene and olivine composition.

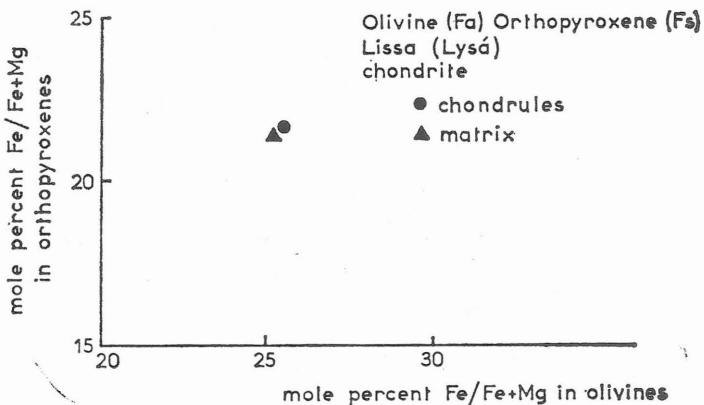


Figure 4: A small difference between the chondrule and matrix olivines and orthopyroxenes.

The average Fs component is 21.49 with the range 20—23. A similar relationship between the chemistry of both orthopyroxenes from the chondrules and the matrix was found, the first having rather higher component than the latter.

Clinopyroxene-diopside has a average Fs-value of 8.18, a Wo-value of 45.16, and En-value of 46.66 (table 2). The coexisting pair orthopyroxene-cl.nopyroxene agrees well with the data of VAN SCHMUS and KOFFMAN (1967) for L chondrites (Fig. 5). Clinopyroxenes usually show higher Cr-concentrations than orthopyroxenes (Fig. 6).

Feldspars are partly well pronounced, partly fill the interstices between the laths of pyroxenes in the fan-shaped and barred olivine chondrules. Together with olivines and pyroxenes, they form the fine-grained matrix.

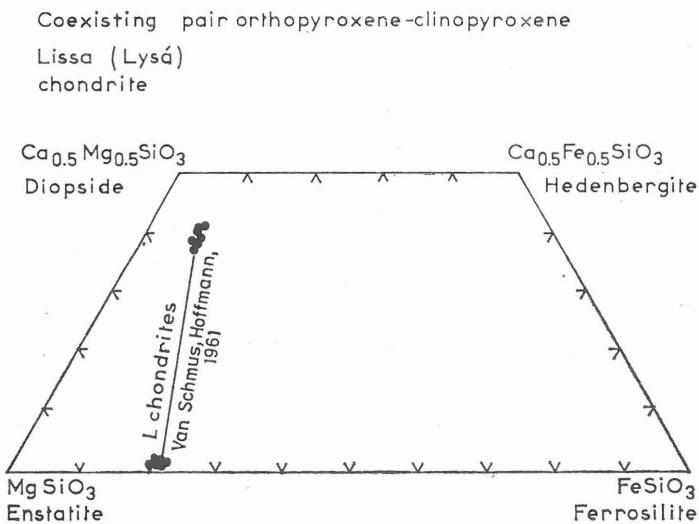


Figure 5: Coexisting pair orthopyroxene — clinopyroxene fits well with the data given by Van Schmus and Koffman (1967) for L chondrites.

The plagioclase composition ranges from Or 5.88—8.29, An 9.44—13.24, Ab 78.74—84.69 (Table 2; Fig. 7). The average feldspar values of Or 7.38, An 11.37 and Ab 81.25 are somewhat different compared to the data for L chondrite feldspars of VAN SCHMUS and RIBBE (1968). Rather different data were obtained for other chondrite feldspars, e.g. Ústí nad Orlicí L6 (BUKOVANSKÁ et al., 1983) and Žebrák—Praskolesy (BUKOVANSKÁ, in press).

Chromite is the most common opaque mineral. Two types of chromites are present: single grains, larger or smaller ones without relation

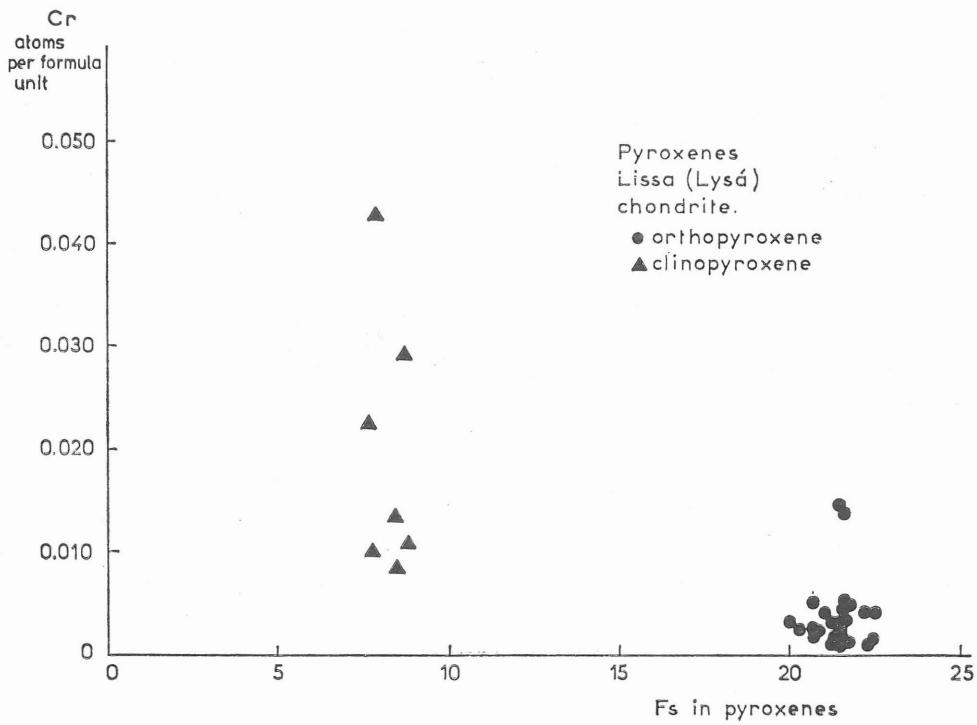


Figure 6: The Cr content in clinopyroxenes and orthopyroxenes.

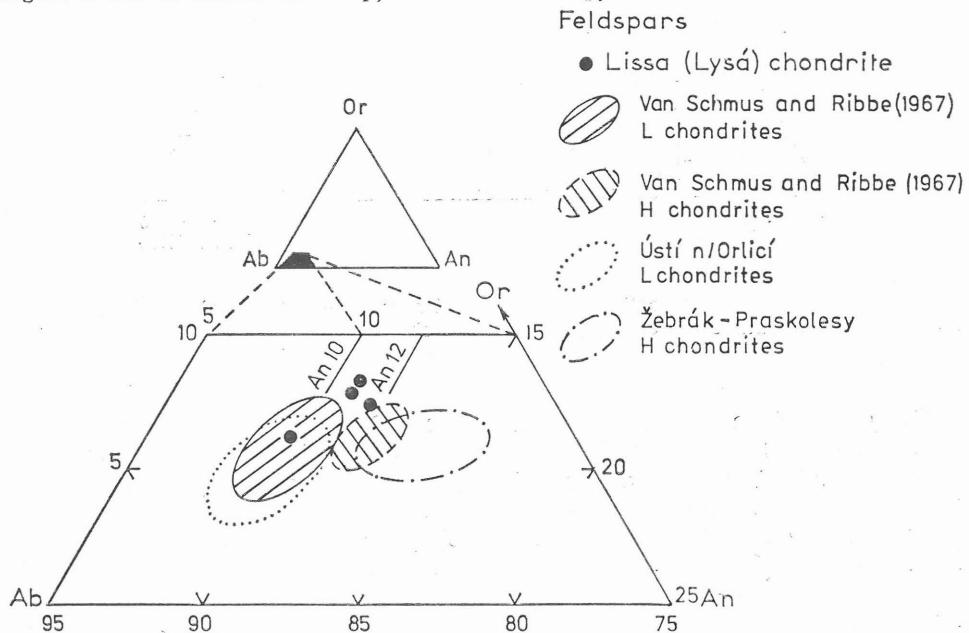


Figure 7: Composition of plagioclases in the An, Ab, Or compositional diagram.

to chondrules and chromites inside olivine or orthopyroxene chondrules. The larger grains usually have an unhedral shape often intergrown with the metals and troilites, the small grains in the chondrules are partly individualized (Fig. 8). The silicate (olivine or orthopyroxene) chromite intergrowths could be primary chondrules.

Two major chemical characteristics of the chromites were studied: the relationship between trivalent cations, Cr, Al, V and Fe vs.  $Ti^{4+}$ , and the relationship between  $Mg^{2+}$  and  $Fe^{2+}$  (calculated from Fe total). The first one  $Cr^{3+} + Al^{3+} + V^{3+} + Fe^{3+}/Ti^{4+}$  (of the total of 24 cations) is shown in Fig. 9. Two groups of chondrites, H and L are well distinguished, H with a higher amount of trivalent and less  $Ti^{4+}$  cations than L. Only few grains are higher in trivalent cations compared to the results for the L6 Ústí nad Orlicí chondrite. The electron micro-

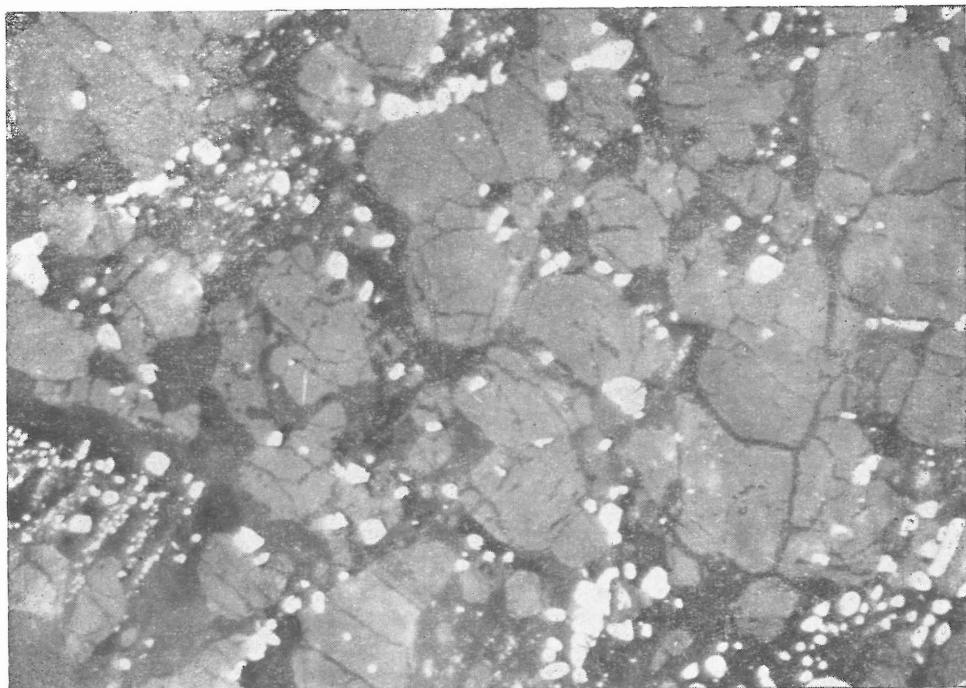


Figure 8: Chromites in the silicate — chromite intergrown. SEM view.

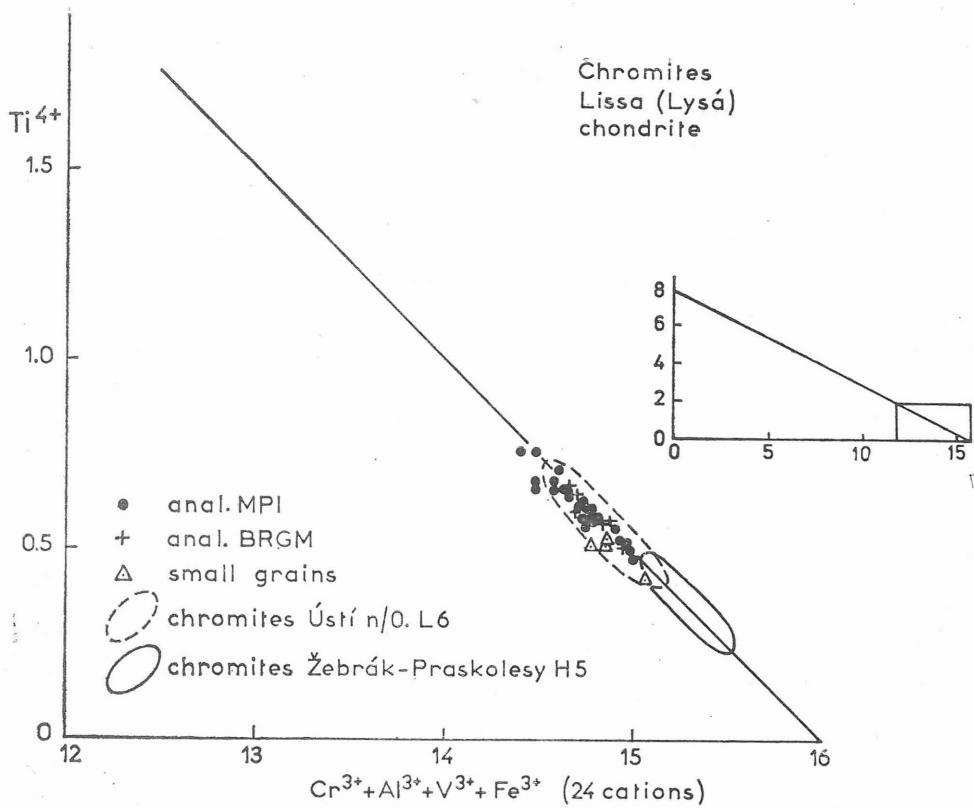


Figure 9:  $Ti^{4+}$  versus  $Cr^{3+} + Al^{3+} + V^{3+}$  in chromites. All points plotted in conformity with the 8/16 stoichiometric line.

probe analyses of the chromites were carried out 1. in the MPI Heidelberg and 2. in BRGM, Orléans. Both measurement show good agreement. The small chromite grains are lower in trivalent cations than the larger ones. Unfortunately, both types of the small grains, i.e. the silicate-chromite intergrowths and the matrix chromites (average size 0.01 mm) were analyzed together.

The second important characteristic of the chromite is the relationship between  $Mg^{2+}$  and  $Fe^{2+}$  (counted from Fe total) (Fig. 10). The chromites from Lissa L6 chondrite were compared with the chromites from

Ústí nad Orlicí L6 chondrite and Žebrák—Praskolesy H5 chondrite. The chromites fit well with the data for Ústí nad Orlicí L6 chondrite. The average chemical composition of the chromites is given in Table 3. There is no difference in the chemical composition of the chromite from the matrix and the average composition of all chromites.

Ilmenite is a rare accessory mineral in this meteorite. Only 3 grains were found in the polished section and all were analyzed, yielding

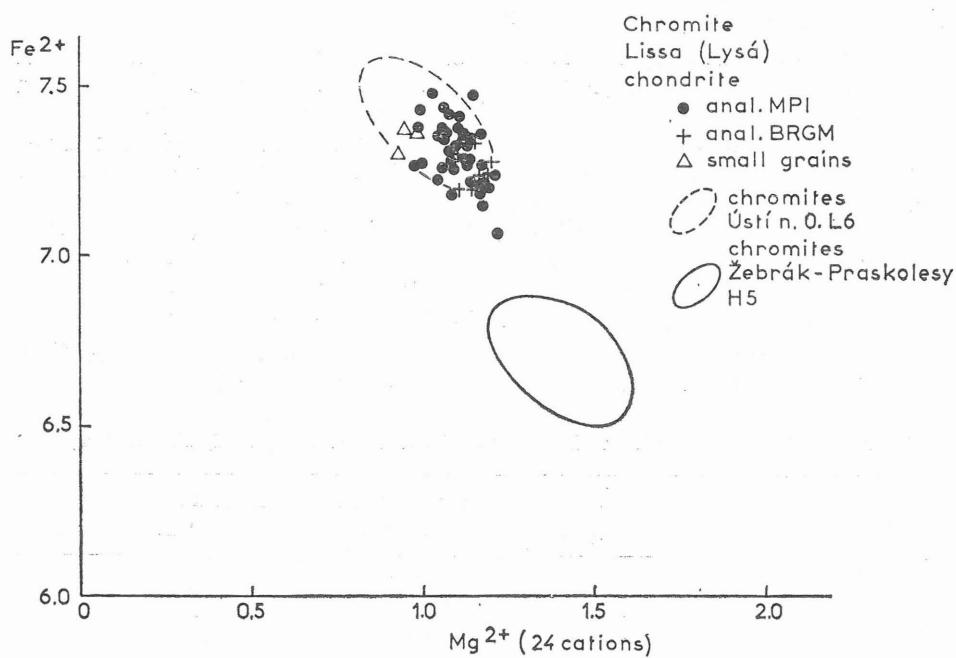


Figure 10:  $\text{Fe}^{2+}$  versus  $\text{Mg}^{2+}$  in chromites.

the following:  $\text{FeO}_{0.89}$   $\text{MgO}_{0.104}$   $\text{MnO}_{0.072}$  /  $\text{TiO}_{0.921}$   $\text{CrO}_{0.001}$   $\text{O}_{2.923}$  (Table 3). They have a higher Fe- and lower Mn-content than the ilmenites of Ústí nad Orlicí L6 chondrite (Fig. 11).

**M e t a l s.** Kamacite and taenite were analyzed (Table 4). The average Ni — content in kamacite is 4.80 (range 3.63—6.03), in taenite 23.91 (range 14.49—33.93). Kamacite has a higher Co-content than taenite (Fig. 12).

Metals mostly coexist with troilite, partly chromite to form irregular agglomerates, and sometimes also with ilmenite. Oxidized metals also fill the veins, the influence of the long-term exhibition in the Meteorite Collection of the Museum must be taken account of.

**C o p p e r** was found only in few grains, it appears in form of very small irregular grains, either in troilite or at the border between troilite and metal. The chemical composition is given in Table 4.

**T r o i l i t e** forms larger (up to 0.6 mm) grains, often with metals and sometime with pentlandites or copper. It has a regular stoichiometry without any chemical irregularity. An average composition of  $\text{FeO}_{0.975}$ ,  $\text{Ni}_{0.005}$   $\text{CuO}_{0.016}$  /  $\text{S}_{1.005}$  was found (Table 5).

**P e n t l a n d i t e** usually forms very small inclusions in troilite, often around the cracks therein (Fig. 13). Only some of them have very thin mackinawite laths. Only 1 mackinawite could be measured (Table 5, Fig. 14). Pentlandites are mostly homogeneous. Three of five analyzed pentlandites fit well to the field of Žebrák—Praskolesy H6 chondrite, two are more close to the pentlandites from Ústí nad Orlicí L6. This proves that the compositional field of pentlandites in ordinary chondrites is not a specific for L or H chondrites. The Ni-content in pentlandites is very close to the limit determined experimentally by MISRA and FLEET (1973) at a temperature below 300° C.

The texture and chemistry of the sulphide assemblages indicate that equilibration was active down to temperatures around 300° C.

**Tab. 3. Composition of ilmenite and chromite (BRGM, Orleans, MPI, Heidelberg)**

	Chromite Ø 49 grains	Chromite-matrix Ø 20 grains	Ilmenite Ø 3 grains
$\text{SiO}_2$	0.09	0.09	0.11
$\text{TiO}_2$	2.84	2.68	49.86
$\text{Al}_2\text{O}_3$	5.72	5.71	—
FeO	32.02	32.54	43.61
MgO	2.59	2.81	2.84
MnO	0.60	0.63	3.50
CaO	0.06	0.03	0.02
$\text{V}_2\text{O}_5$	0.63	0.69	0.06
Zn	0.23	0.38	0.13
Cr	54.77	54.97	0.08

Number of ions on the basis of

	32	32	3
Si	0.026	0.024	0.002
Ti	0.607	0.566	0.921
Al	1.926	1.904	—
Fe	7.649	7.710	0.896
Mg	1.099	1.098	0.104
Mn	0.144	0.150	0.072
Ca	0.008	—	—
V	0.105	0.150	—
Zn	0.044	0.074	0.002
Cr	12.390	12.320	0.001
Totals	23.998	23.996	1.998

Tab. 4. Composition of metals (BRGM, Orleans)

	Copper	Kamacite		Taenite	
	1 grain	Range	Ø 7 grains	Range	Ø 8 grains
Fe	5.29	93.23—96.20	94.51	64.05—86.11	75.69
Ni	1.54	3.63—6.03	4.80	14.49—33.93	23.91
Cu	96.13	0 —0.06	0.01	0.01—0.26	0.12
Co	—	0.60—1.14	0.88	0.15—0.78	0.54
Totals	102.96		100.20		100.26



Figure 11: Small ilmenite grain growing together with troilite and metals. Photomicrograph.

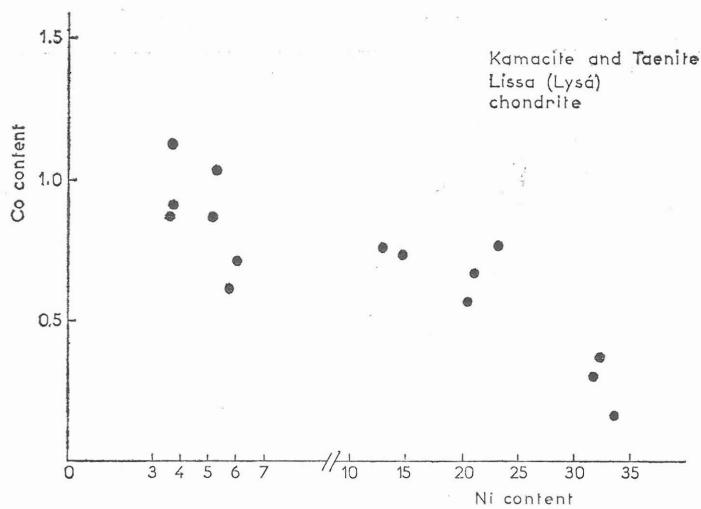


Figure 12: Ni versus Co content in metals. Note the higher Co-content of kamacite.

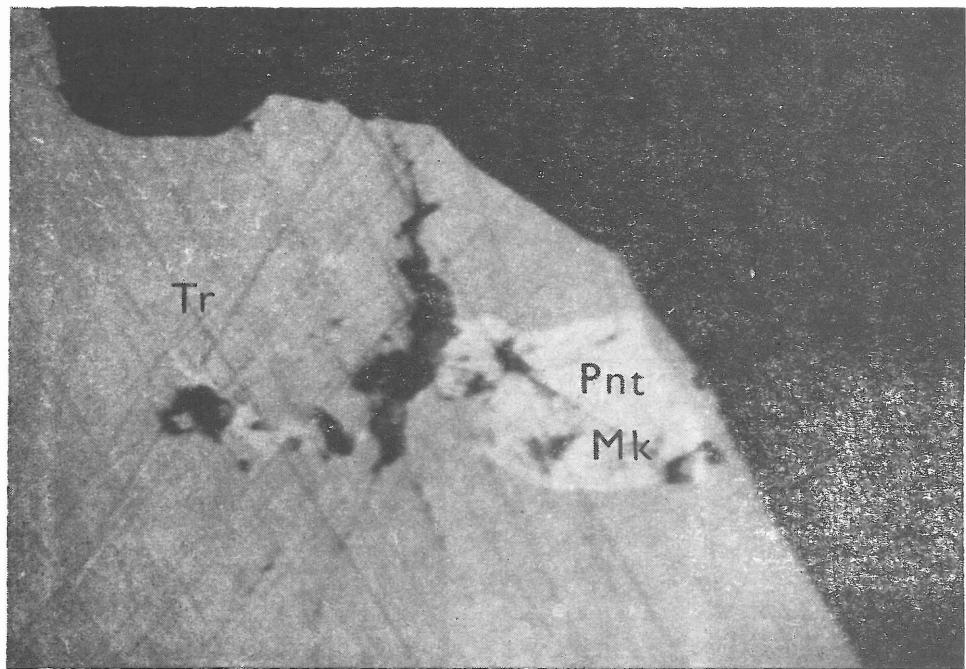


Figure 13: Photomicrograph of the assemblage troilite (Tr), pentlandite (Pnt) and mackinawite (Mk).

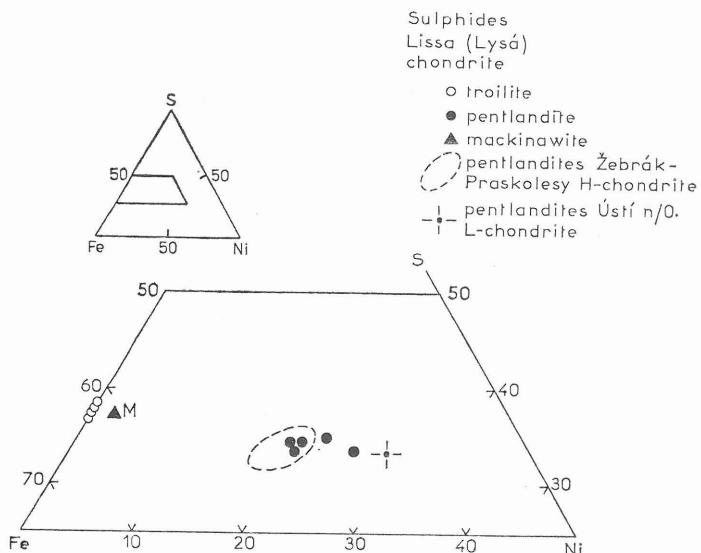


Figure 14: Troilite — pentlandite — mackinawite assemblage in the Fe — Ni — S compositional diagram.

**Tab. 5. Composition of troilite, pentlandite, mackinawite**

	Troilite Ø 27 grains	Pentlandite Ø 5 grains	Mackinawite 1 grain
Fe	62.71	42.89	60.34
Ni	0.02	20.83	1.16
Cu	0.12	0.39	0.39
Co	0.01	0.11	0.02
Zn	—	0.02	—
S	36.20	33.19	36.05
Totals	99.06	97.43	97.96
	Atoms		
Fe	0.975	6.028	0.969
Ni	0.005	2.784	0.018
Cu	0.016	0.049	0.006
Co	0.001	0.014	—
S	1.005	8.122	1.008
Totals	2.002	16.997	2.001

Troilite (Fe<sub>0.975</sub>, Ni<sub>0.005</sub>, Cu<sub>0.016</sub>) S<sub>1.005</sub>

Pentlandite (Fe<sub>6.028</sub>, Ni<sub>2.784</sub>, Co<sub>0.014</sub>, Cu<sub>0.049</sub>) S<sub>8.122</sub>

Mackinawite (Fe<sub>0.969</sub>, Ni<sub>0.018</sub>, Cu<sub>0.006</sub>) S<sub>1.008</sub>

#### ACKNOWLEDGEMENTS

I am greatly indebted to Prof. Ahmed El Goresy, MPI für Kernphysik, Heidelberg and to Dr. Zdenek Johan, CNRS and BRGM, Orléans, for their valuable assistance and encouragement. I should like to thank J. Janicke from MPI für Kernphysik and C. Gilles from CNRS for their help with the electron microprobe measurement and to Mrs Heide Urmitzer from MPI für Kernphysik for improvement of the English version.

## REFERENCES

- BRANDSTÄTTER, F., KURAT, G. (1985): On the occurrence of silica in ordinary chondrites. Abstract of the 48th Annual meeting of the Meteoritical Society, Bordeaux, 18.
- BREZINA, A. (1885): Die Meteoritensammlung des K. K. Miseralogischen Hofkabinettes in Wien am 1. Mai 1885, p. 1—276.
- BREZINA, A. (1896): Die Meteoritensammlung des K. K. Naturhistorischen Hofmuseums in Wien am 1. Mai 1895. Annalen des K. K. Naturhis. Hofmuseum Bd. 10, 3—4, 1896, p. 1—370.
- BUCHNER, O. (1863): Die Meteoriten in Sammlungen. Leipzig, p. 1—202.
- BUKOVANSKÁ, M., JAKES, P., PERNICKA, E., EL GORESY, A. (1983): Ústí nad Orlicí: A new L6 chondrite from Czechoslovakia, Meteoritics, **18**, No 3, 223—240.
- BUKOVANSKÁ, M. (1984): Žebrák (Praskolesy), A H5 chondrite from Czechoslovakia, Abstr. 46th Ann. Meet. Mainz, 1983, Meteoritics, 18 p. abs.
- CHLADNI, E. F. F. (1812): Verzeichnis. Schweigg. Journ. **4**, Teil I, 16.
- CHLADNI, E. F. F. (1816): Zweite Fortsetzung Gilb. Ann. d. Phys. **54**, 354—355.
- CHLADNI, E. F. F. (1819): Über Feuermeteore und über die mit denselben herabgefallenen Massen. Wien.
- GRAHAM, A. L., BEVAN, A. W. R., HUTCHISON, R. (1985): Catalogue of meteorites, British Museum (Natural History), p. 1—460.
- KOKTA, J. (1937): A study of Czechoslovak meteorite stones [Chemical investigation] Coll. des traveaux chimiques de Tchécoslovaquie, **9**, (11—12), 471—496.
- MILLAUER, M. (1825): Übersicht der bisher gekannt gewordenen böhmischen meteorischen Metall — und Stein Massen. Verh. d. Ges. d. Vaterlands Mus. **3**, 48—61.
- MISRA, K. C., FLEET, M. E. (1973): The chemical composition of synthetic and natural pentlandites assemblages. Economic Geology **68**, 518—539.
- POHL, J. J. (1876): Die Meteoriten-Sammlung, Wien, 1876.
- PRIOR, G. T., HEY, M. H. (1953): Catalogue of Meteorites. British Museum (Natural History) London, 432.
- REUSS, A. E., KLAPROTH, M. (1809): Über die bei Lissa gefallenen Aérolithe. Gehlen's Journ. f. Chemie, **8**, 438—467.
- REUSS, A. E. (1810): Mémoire sur les Aérolithes tombés près de Lissa en Bohême, le 3. Septembre 1808. Ann. Chim. Phys. **74**, 84—95.
- v. SCHREIBERS, K. (1808): Nachricht von einem neuen Steinregen, der am 3em Sept. 1808 einige Meilen von Prag herabgefallen ist. Gilb. Ann. d. Phys. **30**, 358—362.
- v. SCHREIBERS, K. (1820): Beiträge. Abbildung des grossen Wiener Steins aus Tab. III, 17—19.
- TSCHERMAK, G. (1883—85): Die mikroskopische Beschaffenheit der Meteoriten erläutert durch photographische Abbildungen. Stuttgart.
- TUČEK, K. (1968): Catalogue of the collection of meteorites of the National Museum in Prague. Národní museum v Praze, p. 1—102.
- TUČEK, K. (1981): Meteority a jejich výskyty v Československu. Academia, Praha, p. 1—269.
- VAN SCHMUS, W. R., KOFFMAN, D. M. (1967): Equilibration temperatures of iron and magnesium in chondritic meteorites. Science, **155**, 1009—1011.
- VAN SCHMUS, W. R., RIBBE, P. H. (1968): The composition and structural state of feldspars from chondritic meteorites. Geochim. Cosmochim. Acta, **32**, 1327—1342.
- VRBA, K. (1904): Meteoritensammlung des Museum des Königreiches Böhmen in Prag, p. 1—15.
- WAHL, W., WIJK, H. B. (1951): A check on some previously reported analyses of chondrites with exceptionally high content of sulphur, chromium and manganese. Geochim. Cosmochim. Acta, **1**, 123—126.
- WÜLFING, E. A. (1897): Die Meteoriten in Sammlungen und Ihre Literatur. Tübingen, p. 1—461.

## MARCELA BUKOVANSKÁ

### REVIZE L 6 CHONDRITU LISSA (LYSÁ NAD LABEM), ČESKOSLOVENSKO

3. září 1808, o půl čtvrté odpoledne, došlo u Lysé nad Labem mezi obcemi Stratov a Ostrá, k hromadnému pádu meteoritů — meteoritovému dešti. Bylo nalezeno několik kusů o hmotnosti celkem asi 11 kg, největší kus o hmotnosti 2970 g je uložen ve sbírkách Přírodovědeckého muzea ve Vídni. Ve sbírce meteoritů Národního muzea v Praze jsou uloženy 4 kusy o celkové hmotnosti 1239 g.

Pád byl popsán poprvé v. SCHREIBERSEM (1808), meteorit byl analyzován KLAPROTHEM a REUSS určil jeho měrnou hmotnost (REUSS, Klaproth, 1809, 1810). Později byl tento meteorit citován v meteoritické literatuře 19. a 20. století: CHLADNÍ (1812, 1819), v. SCHREIBERS (1820), MILLAUER (1825) a zmínky o něm najdeme v každém světovém katalogu meteoritů počínaje od BUCHNERA (1863) po GRAHAM, BEVAN, HUTCHISON (1985). Vědecky ho první klasifikoval BREZINA (1885, 1896) jako silně proměnlivý brekciavitý CWa—CWb chodrit. Jeho novější chemickou analýzu publikoval KOKTA (1937). V nejposlednější době nalezli BRANSTÄTTER a KURAT (1985) v kusu, uloženém v Tübingen, uzavřeniny SiO<sub>2</sub> s lemem z kosočtverečných a Ca bohatých jednoklonných pyroxenů. V našich kusech ani v kusech, uložených ve Vídni, nebyly tyto uzavřeniny dosud zjištěny.

K mineralogickému a petrologickému výzkumu byl určen odřez z kusu č. 338, z něhož byl zhotoven jeden leštěný výbrus a jeden leštěný nábrus.

Vnitřní část meteoritu je šedá, s rezavě hnědými skvrnami zvětralých sirníků a niklových želez. Meteorit je, jak ho popisoval již BREZINA (1885) protkán sítí silnějších i slabších žilek, proto byl klasifikován v minulosti jako brekciavitý, silně proměnlivý. Především tato proměnlivost vyvolala nutnost nového přehodnocení našich kusů a novou klasifikaci tohoto meteoritu.

Nepravidelné chondry jsou bělošedé, šedé nebo hnědošedé, velikosti od 0,8 do 3 mm, vzácně byly nalezeny i chondry 4 mm velké. Nejsou snadno mechanicky oddělitelné od základní hmoty. Ve výbruse lze mnoho chonder rozeznat jen podle původních kovových nebo plagioklasových lemů. Průměrná velikost chonder je 1–1,5 mm. Převažují chrostovité pyroxenové, jemnozrnné a drobnozrnné (stejněméně zrnitné), vzácnější jsou porfyrické a mřížkované olivínové. Velikosti chonder dosahují i jednotlivá zrna pyroxenů a olivínu.

Textura chondritu byla silně ovlivněna šoky při srážkách mateřských těles v kosmickém prostoru. Velké pyroxenové samostatné krystaly jsou často silně rozpuštěny, podobně jako chondry.

V práci jsou podrobně charakterizovány všechny hlavní i akcesorické minerály, které byly chemicky studovány ve dvou etapách dvěma typy elektronových mikrosond a to ARL SEMQ v Max-Planckově ústavu Jaderné fyziky v Heidelbergu, NSR (v laboratoři prof. A. El Goresyho, analytik J. Janicke) a CAMECA v BRGM v Orléans, Francie (analytik C. Gilles). Celkem bylo analyzováno 48 kosočtverečných pyroxenů, 6 jednoklonných pyroxenů, 60 olivínů, 5 živeců, 49 chromitů, 3 ilmenity, 27 troilitů, 5 pentlanditů, 1 mackinawit, 1 ryzí měď, 7 kamacitů a 8 taenitů.

Analýzy na elektronové mikrosondě ukázaly velmi homogenní složení jednotlivých minerálů, především křemičitanů (Tab. 1–5). Tato skutečnost a dále přítomnost dobře vykristalovaných plagioklasů a nepřítomnost skla (kromě povrchové natavené kůrky a některých silnějších žilek) dovolila klasifikovat meteorit jako L 6 chondrit.

Olivín je přítomen jako jednotlivá hypidiomorfni zrna v základní hmotě a jako idiomorfni (v porfyrických chondrách) nebo mřížkovitý (v mřížkových chondrách) jedinec. Průměrný obsah fayalitové složky je 25,15. Byl zjištěn jen nepatrný rozdíl v chemismu olivínů z vyrostlic a základní hmoty.

Pyroxeny jsou většinou kosočtverečné — hypersteny, vzácně jednoklonné — diopsidy. Oba jsou přítomny jak v chondrách, tak tvoří samostatné jedince v základní hmotě. Převažuje kosočtverečný pyroxen ve formě chrostovitých chonder, kde pyroxenové lišty jsou oddeleny plagioklasy. Šokově postižené pyroxeny mají často nový typ trhlin, šíkmo orientovaných ke štěpnosti pyroxenu, napodobujících amfibolovou štěpnost. Průměrná Fs (ferrosalitová) složka kosočtverečného pyroxenu je 21,49. Podobně jako

u olivínů i u kosočtverečných pyroxenů byl zjištěn jen nepatrný rozdíl v chemismu mezi chondrami a základní hmotou. Jednoklonný pyroxen má průměrné složení Fs 8,18; Wo 45,16; En 46,66. Vzájemný vztah obou přítomných pyroxenů dobře zapadá do pole pyroxenů z L chondritů. U jednoklonných pyroxenů byly zjištěny zvýšené koncentrace Cr.

Živce tvoří dobře individualizovaná zrna, většinou vyplňující mezery mezi lištami pyroxenů nebo mřížkami olivínů. Společně s drobnými olivínky, pyroxeny a kovy tvoří základní hmotu meteoritu. Složení plagioklasů odpovídá Or 7,38; An 11,37; Ab 81,21. Srovnáním chemismu živců s údaji z literatury byly zjištěny, podobně jako předtím i u jiných čs. meteoritů, výrazné odchylky.

Chromit je hojným a významným akcesorickým minerálem. Byly odlišeny dva chemicky poněkud odlišné typy chromitů a to velké, většinou bez závislosti na chondrách a drobné, většinou v chondrách. Důležitými charakteristikami chromitů jsou jednak poměr  $\text{Cr}^{3+} + \text{Al}^{3+} + \text{V}^{3+} + \text{Fe}^{3+} / (\text{Ti}^{4+})$  na základě 24 kationů, jednak poměr  $\text{Mg}^{2+}$  a  $\text{Fe}^{2+}$  (vypočítaný z celkově zjištěného Fe). Chemismus chromitů z meteoritu Lysá souhlasí s údaji o chromitech z L6 chondritu Ústí nad Orlicí (Bukovanská et al., 1983).

Ilmenit je vzácnou akcesorií o složení  $\text{FeO}_{0,896}\text{MgO}_{0,104}/\text{MnO}_{0,072} / \text{TiO}_{0,921}\text{CrO}_{0,001}\text{O}_{2,923}$ .

Kovy a to kamacit (prům. množství Ni 4,80) a taenit (prům. Ni 23,91) se většinou vyskytují společně s troilitem. Obsah Co v kamacitu je vyšší než v taenitu. Ryzí měď byla zjištěna vzácně, většinou v blízkosti hranice troilit — kov.

Troilit, stoechiometrický FeS, tvoří větší, až 0,6 mm velká zrna, někdy s uzavíraným pentlanditem nebo mědi.

Pentlandit má vzácné lišťovité uzavřeniny mackinawitu, většinou bývá v místech silněji postižených šoky, v podrceném troilitu. Obsah Ni v pentlanditech ukazuje na vznik tohoto minerálu při teplotě pod 300 °C, pravděpodobně při posledních teplotních změnách v meteoritu, které probíhaly při relativně nízké teplotě pod 300 °C.